

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobní strojů a konstruování



Vliv oleje na životnost motoru automobilu

An Effect of Oil on the Engine Life of Car

Student: Andrea Bogárová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Ostrava 2009

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vliv oleje na životnost motoru automobilu

An Effect of Oil on the Engine Life of Car

Student: Andrea Bogárová
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování
Specializace: 2301R023-70 Technická diagnostika, opravy a udržování
Pracoviště: Katedra výrobních strojů a konstruování - 340

Zásady pro zpracování:

Na základě odběrů vzorků motorových olejů a provedených rozborů proved'te posouzení vlivu oleje na životnost motoru v automobilech koncernu Volkswagen Group.

V rámci zadání zpracujte:

1. Analýzu a řešerši problematiky mazání motorů osobních automobilů.
2. Porovnání výhod a nedostatků v současnosti používaných motorových olejů v automobilech koncernu Volkswagen Group se zaměřením na délku intervalu jejich výměny.
3. Na základě rozborů motorových olejů v závislosti na kilometrovém průběhu vozidla vyhodnot'te vhodnost použití olejů s prodlouženou životností (LongLife olejů).
4. Závěrečné zhodnocení problematiky motorových olejů, zvláště s ohledem na ekonomiku provozu a ekologii.

Pokyny pro zpracování:

Rozsah práce: min. 30 stran textu mimo přílohy

Další pokyny a konzultace poskytne firma RT TORAX spol. s r.o., Ostrava.

Seznam doporučené literatury:

- ČUPERA, J., ŠTĚRBA, P. *Automobily - diagnostika motorových vozidel I*. 1. vyd. Brno: Avid, s.r.o., Brno, 2007. 195 s. ISBN 978-80-903671-9-7.
- SCHWARZ, J. *Automobily Škoda Octavia II*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., Praha, 2006. 392 s. ISBN 80-247-1141-9.
- Firemní podklady společnosti Volkswagen Group.
- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruselka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Konzultant:

Mgr. Radek Šnita

Datum zadání bakalářské práce:

14. listopadu 2008

Akademický rok:

2008/2009



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan

V Ostravě dne 14. listopadu 2008

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis

Prohlašuji, že:

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě

.....
podpis

Bogárová Andrea

Zátiší 564

735 14 Orlová-Poruba

Anotace bakalářské práce

BOGÁROVÁ, A., *Vliv oleje na životnost motoru automobilu*. Ostrava : Katedra výrobních strojů a konstruování, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009. Bakalářská práce, vedoucí: Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá problematikou mazání motoru, a to zejména v diskutabilní oblasti užití typu oleje, zda použít syntetický olej nebo Long-Life, v závislosti na jejich intervalu výměny a na vlivu technického stavu motoru jako celku.

V úvodní části je uveden popis mazací soustavy motoru a jeho části z konstrukčního hlediska a principu činnosti. Další část je zaměřena na olej užívaný zejména v koncernu VW Group, jeho vlastnosti, rozdělení dle specifikací. Je také zmíněna výroba oleje a jeho rozdělení. Dále je rozebrána problematika rozborů vzorků olejů, které byly odebrány z automobilů koncernu VW Group a následně byla provedena analýza těchto vzorků pomocí metod tribotechnické diagnostiky.

V závěru je zhodnocení výsledků analýzy motorových olejů.

Annotation of Bachelor's thesis

BOGÁROVÁ, A., *An Effect of Oil on the Engine Life of car*, Ostrava: Department of Production Machine and Design, Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava, 2009. Bachelor's Thesis. Supervisor: Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

The main subject of the Bachelor's thesis is problems of Engine lubrication, mainly in the debatable areas of applications of different kinds of oil. Whether we use synthetic oil or Long-Life depends on their frequency of exchanges and on the technical condition of the engine.

In the first part you can find the description of Engine lubrication system and its parts from the viewpoint of construction and working principle. Next part is about oil used mainly in the VW Group, its characteristics, distribution specifications. Oil manufacture and division is also mentioned. This is followed by the discussion of the problems in analysis of oil samples taken from VW Group cars, which underwent an analysis using tribotechnical diagnostic methods.

The thesis is concluded by a discussion of the results of the analysis.

Obsah bakalářské práce

1	ÚVOD	8
2	REŠERŽE A ANALÝZA PROBLEMATIKY MAZÁNÍ MOTORU	9
2.1	ÚČEL.....	9
2.2	HLAVNÍ ČÁSTI MAZACÍ SOUSTAVY	11
2.3	DRUHY MAZACÍCH SOUSTAV A JEJICH PRINCIP ČINNOSTI.....	18
2.4	MAZANÁ MÍSTA SPALOVACÍHO MOTORU A JEJICH TYPICKÁ OPOTŘEBENÍ	20
3	OLEJE POUŽÍVÁNÉ V KONCERNU VW GROUP A VLASTNOSTI OLEJŮ.....	21
3.1	VÝROBA	25
3.2	ADITIVA	26
3.3	ROZDĚLENÍ OLEJŮ.....	28
3.3.1	MINERÁLNÍ OLEJE.....	28
3.3.2	SYNTETICKÉ OLEJE.....	29
3.3.3	POLOSYNTETICKÉ OLEJE	30
3.3.4	VÝMĚNA OLEJE.....	31
4	ROZBORY MOTOROVÝCH OLEJŮ A VYHODNOCENÍ S POSOUZENÍM NA VHODNOST POUŽITÍ OLEJŮ S PRODLOUŽENOU ŽIVOTNOSTÍ.....	33
4.1	NUTNÉ ZKOUŠKY PROVEDENÉ KE ZJIŠTĚNÍ KVALITY OLEJŮ.....	34
4.1.1	ODBĚR VZORKŮ	34
4.1.2	ZKOUŠKY OLEJŮ.....	35
5	VYHODNOCENÍ ROZBORŮ OLEJŮ.....	48
6	ZÁVĚR	50
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
8	PŘÍLOHY	52

1 ÚVOD

Cílem práce je získání informací o kvalitě a životnosti motorového oleje typu Long-Life koncernu VW a syntetického oleje odebraných z vozidel koncernu VW Group.

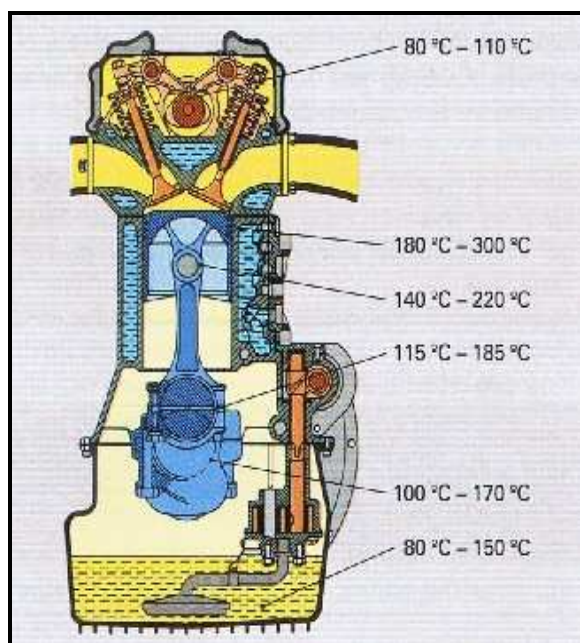
K získání těchto informací budou využita metoda tribotechnické diagnostiky, tzv. tribodiagnostika. Jedná se o bezdemontážní metodu kontroly technického stavu objektu pomocí oleje, v němž se zachycují otěrové částice stroje či strojního zařízení v důsledku pohybu částí a jejich vzájemném tření, což může také způsobit poruchy v mazací soustavě.

Tribodiagnostika je metoda, jejímž cílem je informovat, vyhodnocovat a oznamovat výskyt cizích látek v mazivu, a to jak z hlediska kvalitativního, tak z hlediska kvantitativního, přičemž lze na základě provedených analýz předpovědět příznaky vznikající poruchy, ale také určit místo vzniku mechanické závady zkoumáním produktů opotřebení- tzn. zkoumání morfologie, velikosti, množství otěru v mazivu.

2 REŠERŽE A ANALÝZA PROBLEMATIKY MAZÁNÍ MOTORU [1,2,3]

2.1 ÚČEL

Mazání motoru je nejdůležitější činnost zabezpečující správnou a dlouhodobou činnost motoru. Olej musí být dopraven na mazaná místa v požadovaném množství a tlaku, čímž je zabezpečen správný chod motoru a příslušenství, a tím také dlouhá životnost mazaných součástí. Jelikož je olej vystavován vlivům jako jsou vysoká teplota, mechanické namáhání a chemické působení, je důležité dbát pokynů výrobců v rámci údržby, kontrolovat oleje, výměnu provádět ve stanovených intervalech předepsaných výrobcem či na základě stavu jeho kvality.



Obr.1 Teplotní zatížení motoru [1]

Popis obr.1:

Ve spodní části olejové vany je teplota oleje mezi 80°C-150°C. Olej je odsud nasáván olejovým čerpadlem a tlačен přes čistič na mazaná místa motoru. Jak je vidět na obr.1, je olej ve styku s částmi klikového ústrojí, které mají teplotu v rozmezí 100°C – 300°C.

Tudíž mazání a chlazení jednotlivých částí motoru je velice důležité, aby nedocházelo k jejich poškození.

Účelem mazání a mazací soustavy je:

- a) snížit tření mezi pohyblivými částmi motoru
- b) dotěšňovat spalovací prostor – např. mezi pístem a pístním kroužkem a stěnou válce
- c) odvod nečistot do mazací soustavy
- d) protikoroziční účinek a tedy antikoroziční ochrana motoru
- e) částečný odvod tepla
- f) uskladnit olej
- g) dopravit olej na mazaná místa
- h) očistit olej
- i) snížení hlučnosti motoru

Druhy tření:

- a) suché tření – třecí plochy jsou v přímém dotyku. Zvyšuje se teplota a opotřebení.



Obr.2 Suché tření [1]

- b) polosuché tření – třecí plochy se dotýkají jen částečně, v místech, kde není mazací film



Obr.3 Polosuché tření [1]

- c) kapalinové tření – třecí plochy jsou navzájem odděleny mazacím filmem, ve kterém probíhá tření a tím zabraňuje dotyku stykových ploch



Obr.4 Kapalinové tření [1]

2.2 HLAVNÍ ČÁSTI MAZACÍ SOUSTAVY

- a) olejová nádrž (vana)
- b) olejové čerpadlo
- c) redukční ventil
- d) čistič oleje
- e) přepouštěcí ventil
- f) chladič oleje
- g) snímače teploty a tlaku jen u terénních a nákladních automobilů

a) olejová vana

Slouží nám k uskladnění oleje a v případě tlakového oběžného mazání tvoří spodní víko motoru. V jímce jsou přepážky, aby nedocházelo k přelévání a aby bylo zabezpečeno dokonalé nasávání oleje čerpadlem.



Obr.5 Olejová vana [1]

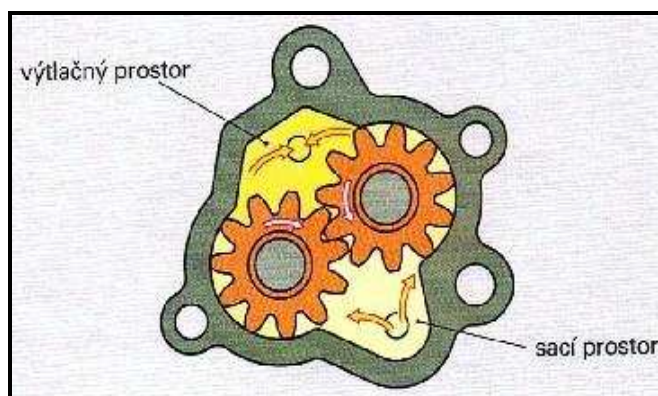
b) olejové čerpadlo

Zabezpečuje dopravu oleje na mazaná místa v dostatečném množství a tlaku. Je poháněno od motoru, buď přes klikovou hřídel nebo rozvodové ústrojí motoru.

DRUHY OLEJOVÝCH ČERPADEL

- Zubové čerpadlo s vnějším ozubením

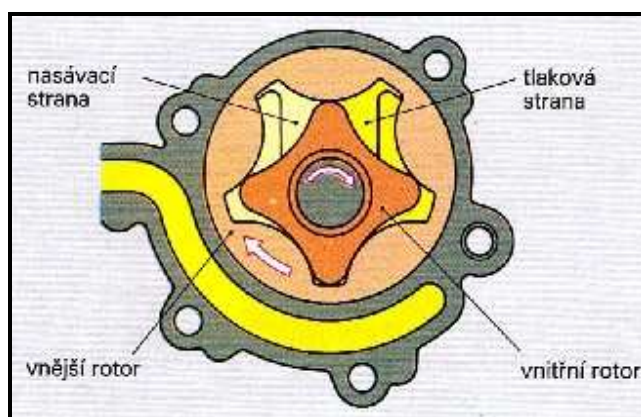
Je tvořeno dvěma ozubenými koly, hnacím kolem poháněným od motoru a hnaným. Dále sacím a výtlačným kanálem. V sací části čerpadla je vytvářen podtlak, který nám zabezpečí nasátí oleje a výtlačným kanálem je olej tlačěn do soustavy. Zpětný ventil nám zabraňuje zpětnému průtoku oleje do olejové vany.



Obr.6 Zubové čerpadlo [1]

- Rotační čerpadlo

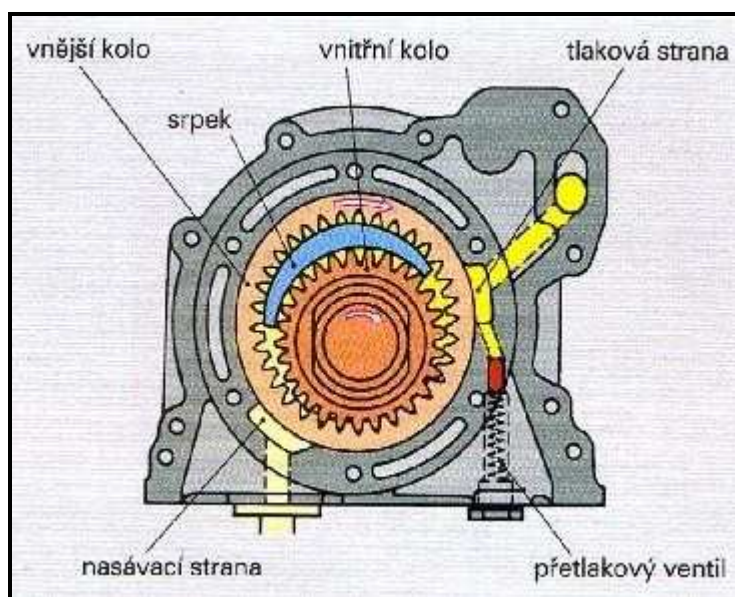
Jedná se o objemové čerpadlo s vnějším rotorem s vnitřním ozubením a vnitřním rotorem s vnějším ozubením. Vnitřní rotor je spojen s klikovým hřídelem motoru. Na sací straně rotoru se při otáčivém pohybu pracovní prostor zvětšuje a dochází k nasávání oleje a výtlačný prostor zmenšuje a dochází k vytlačování oleje do soustavy.



Obr. 7: Rotační čerpadlo [1]

- Čerpadlo s vnitřním ozubením

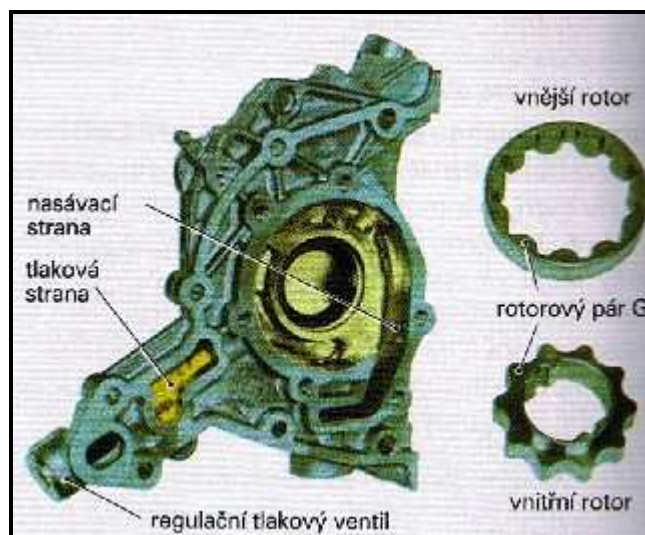
Jeho vlastní konstrukce je tvořena vnějším ozubením vnitřního ozubeného kola a vnitřním ozubením vnějšího ozubeného kola, které je umístěno excentricky vůči vnitřnímu kolu. Mezi těmito ozubenými koly vzniká při pohybu prostor, tzv. srpkovité těleso, který nám odděluje sací a tlakový prostor. Olej je dopravován mezerami mezi těmito koly podél horní i spodní straně srpkovitého tělesa dále do soustavy. Záběr zubů vnějšího i vnitřního kola zabraňuje zpětnému toku oleje z výtlačné k sací straně. Použití tohoto čerpadla je výhodné jak konstrukčně, tak i finančně, neboť jeho konstrukce nám ulehčí jeho pohon. Nepotřebuje zvláštní pohon od klikové hřídele, což nám zlevňuje konstrukci motoru, tak i zlehčuje. Má větší přepravní výkon než zubové čerpadlo, zejména při nižších otáčkách.



Obr. 8 Čerpadlo s vnitřním ozubením [1]

- Rotační čerpadlo G

Jedná se o trochoidní rotační čerpadlo s větším počtem zubů. Jeho vnější rotor s vnitřním ozubením je poháněn excentricky pomocí vnějšího ozubení vnitřního rotoru. Záběr zubů obou kol odděluje hermeticky sací a výtlačný prostor. Umožňuje přepravu většího množství oleje při velmi nízkých otáčkách nebo snížení otáček za chodu naprázdno.



Obr.9 Rotační čerpadlo G [1]

c) redukční ventil

Je umístěn za olejovým čerpadlem a zabráňuje zvýšení tlaku nad stanovenou mez výrobce motoru. Vysoký tlak může mít za příčinu znehodnocení těsnění, pryžových hadic a spojů a podobně.

d) čistič oleje

Slouží k očištění oleje od prachu a kovových částic vznikajících třením.

Podle průtoku dělíme na:

- plnopřítokové
- obtokové

- Plnopřítokový čistič

Olej je očištěn dříve, než se dostane na mazaná místa motoru. V případě, že-li olej studený a má vysokou viskozitu nebo je čistič oleje zanešený, dojde nárůstu tlaku a tím k otevření přepouštěcího ventilu, který nám zabezpečí průtok oleje mimo čistič, neboť je lepší mazat studeným a špinavým olejem, než nemazat vůbec.

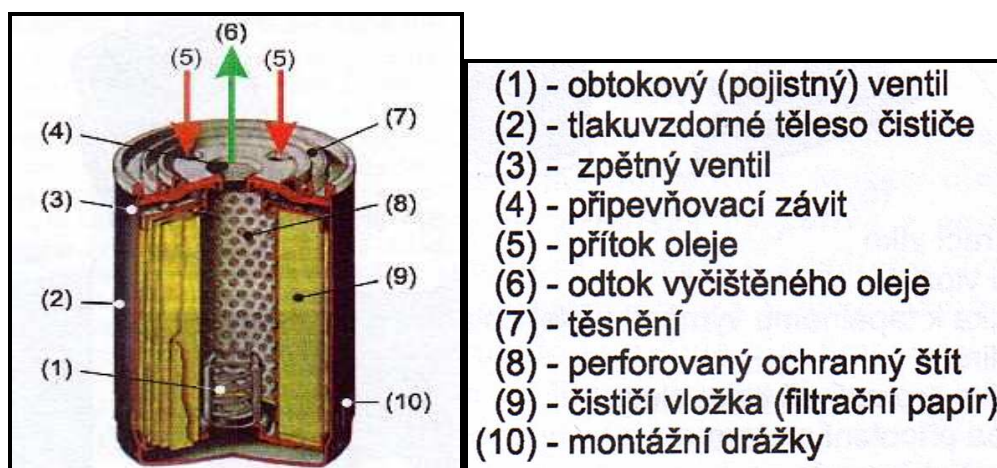
- Obtokový čistič

Slouží jako doplňkové čištění oleje v kombinaci s plnoprůtokovým čističem (čističem protéká jen část dopravovaného oleje, asi 30 %). Otokový čistič je rozebíratelný, což nám umožní výměnu nebo údržbu čistící vložky.

Rozdělení čističů dle konstrukce:

- Papírový čistič

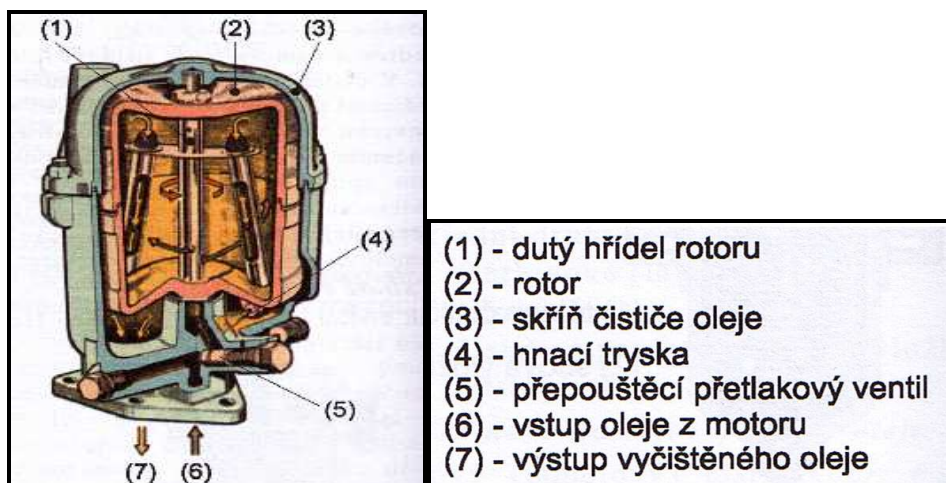
Mohou být plnoprůtokové i obtokové. Používají se zejména pro jemné očištění. Čistící segment je papírová čistící vložka. Zabezpečuje nejkvalitnější očištění oleje.



Obr.10 Plnoprůtokový čistič s papírovou vložkou [3]

- Odstředivý čistič

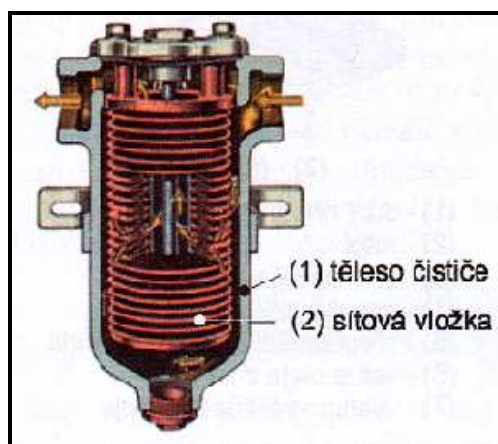
Používá se jako doplňkové čištění oleje. Princip očištění oleje je založen na principu odstředivé síly. Olej je přiváděn hlavním olejovým kanálem do rotoru. Odtud olej proudí přes sítko do trubic zakončenými tryskami. Z nich olej proudí vysokou rychlostí, což vytváří reaktivní sílu, která roztáčí rotor a nečistoty se vlivem odstředivé síly usadí na stěnách rotoru a čistý olej proudí dále do soustavy.



Obr. 11 Odstředivý čistič oleje [3]

- Sítový čistič

Jeho kvalita čištění je závislá na velikosti ok sítové vložky. Sítová vložka je schopna odstranit nečistoty o rozměru 0,03 mm. Je zpravidla údržbový.



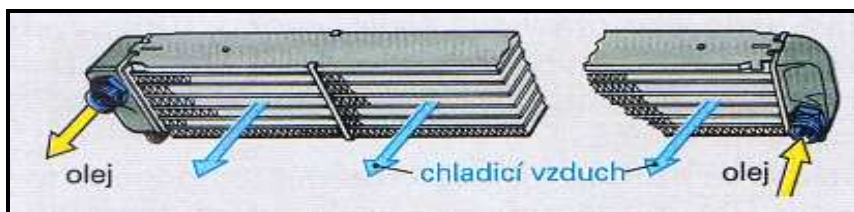
Obr.12: Sítový čistič oleje [3]

e) chladič oleje

Je určen k odvodu tepla z oleje. Bývají zpravidla trubkové s náletovými žebry. Před chladičem bývá přepouštěcí ventil zabezpečující obtékání chladiče, je-li olej studený a má velkou viskozitu.

- Vzduchem chlazený chladič oleje

Výměník tepla, kterým protéká olej, jehož princip chlazení je kapalina-vzduch. Vzduch nám proudí zpravidla náporově přes žebra, chladí vnější povrch chladiče a odvádí přebytečné teplo do okolí.



Obr.13 Chladič oleje chlazený vzduchem [1]

f) Spínač teploty a tlaku

- snímají zpravidla tlak a teplotu před vstupem do motoru

snímač teploty - snímá průběžnou teplotu oleje, je spojen s ukazatelem na palubové desce

snímač tlaku – **mezní** - při dosažení určitého tlaku (mezního, kritického) dojde k jeho sepnutí a tím k rozsvícení či zhasnutí kontrolky na palubové desce

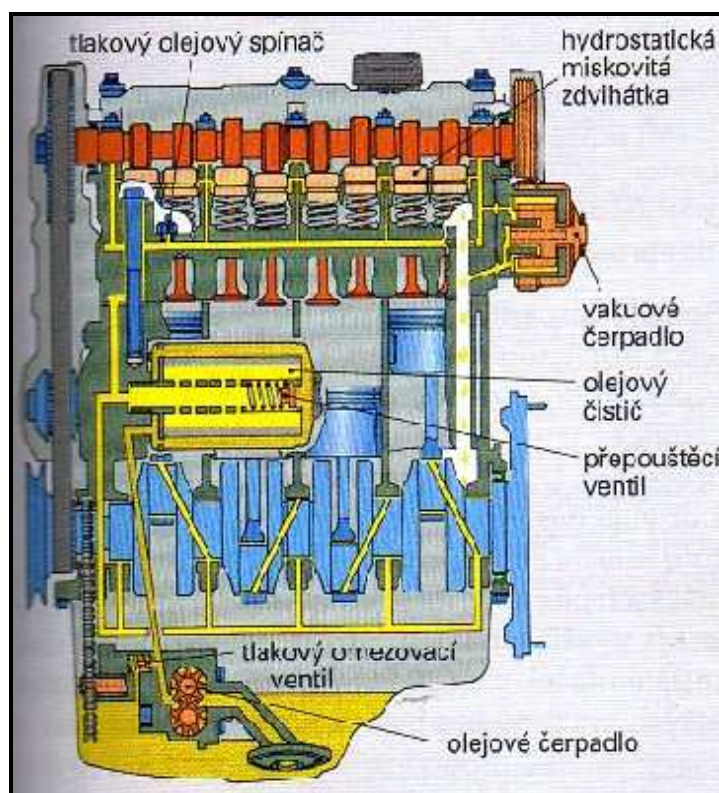
průběžný - jsou spojeny s ukazatelem tlaku

2.3 DRUHY MAZACÍCH SOUSTAV A JEJICH PRINCIP ČINNOSTI

- a) *oběžné mazání s mokrou klikovou skříní* - olej je uložen na dně klikové skříně v olejové vaně.
- b) *oběžné mazání se suchou klikovou skříní* – hlavní zásoba oleje v nádrži, používá se u nákladních, terénních a sportovních vozidel.

ad. a) oběžné mazání s mokrou klikovou skříní

Olejové čerpadlo nasává olej z olejové vany přes sítový čistič a tlačí pod určitým tlakem do čističe oleje a odtud na mazaná místa motoru. Olej, který prošel mazanými místy zteče na dno klikové skříně. Redukční ventil redukuje maximální tlak v mazací soustavě a tím jí chrání před poškozením.

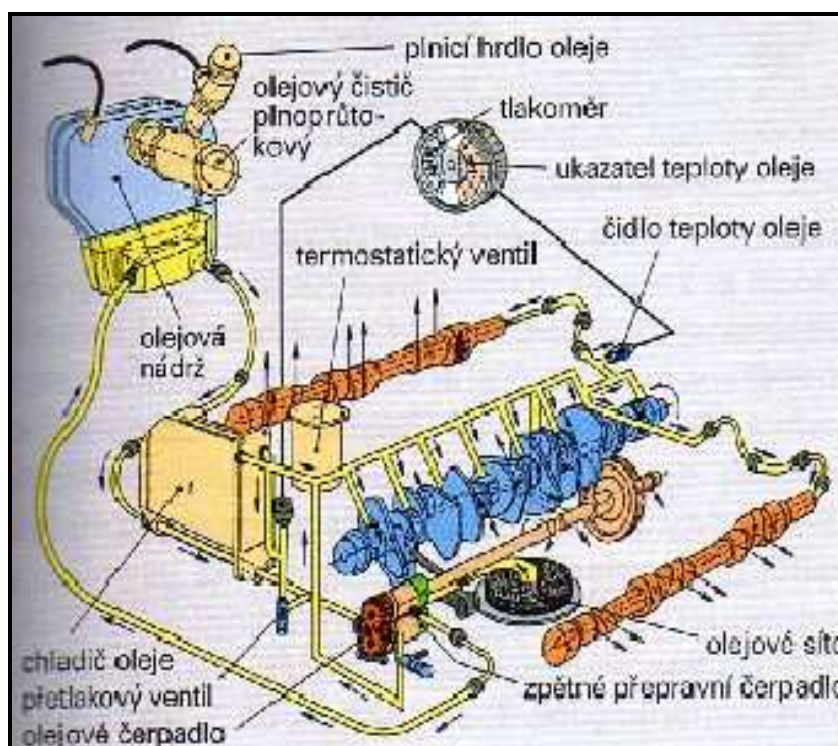


Obr. 14 Tlakové oběžné mazání [1]

ad. b) oběžné mazání se suchou klikovou skříní

Olej je nasáván z nádrže přes sítový čistič olejovým čerpadlem a tlačен k mazaným místům motoru. Opotřebený olej je pomocí odsávací sekce čerpadla vrácen zpět do olejové nádrže přes chladič, kde se olej ochladí.

Tento systém mazání nám umožňuje dokonalejší mazání, zejména při velkých náklonech vozidla a dochází také k lepšímu ochlazení oleje.



Obr.15 Oběžné mazání se suchou skříní [1]

Můžeme se také setkat s mazací soustavou, která se využívá u dvoudobých motorů a to:

- mazání mastnou směsí

Olej je přimícháván do paliva v palivové nádrži

- mazání olejem (ztrátové)

Olej je dopravován z olejové nádrčky přes pístové čerpadlo v závislosti na poloze šoupátka akcelérátoru a na otáčkách motoru.

2.4 MAZANÁ MÍSTA SPALOVACÍHO MOTORU A JEJICH TYPICKÁ OPOTŘEBENÍ

Mezi nejdůležitější mazaná místa motoru patří ložiska klikového hřídele, ojnicní ložiska, rozvody, pohon příslušenství jako je olejové čerpadlo, hřídelky rozdělovače atd. Opotřebení je jedním z nežádoucích jevů, ale je přirozené, vznikající provozem a činností součástí. Účelem mazací soustavy je, aby bylo co nejmenší.

VÁLEC, VLOŽENÝ VÁLEC

- dochází k jeho opotřebení zejména v horní úvratí, neboť v této oblasti jsou vystaveny největším tlakům a teplotám
- další opotřebení je v rovině kolmé na osu klikového hřídele způsobené setrvačnými silami, které zachytává píst

PÍST, PÍSTNÍ ČEP

- zde nastává opotřebení vlivem setrvačných sil v otvoru pro pístní čep
- samotný píst je opotřebován třením o válec, kde největší opotřebení bude v rovině kolmé na osu klikového hřídele, proto je zde velmi důležité mazání, neboť může dojít až k zadření motoru

PÍSTNÍ KROUŽKY

- dochází k otěru po vnější ploše, opotřebení úkosů, znehodnocení zámku vlivem nerovnoměrného přítlaku

OJNICNÍ A HLAVNÍ LOŽISKA

- může nastat opotřebení kluzných ložisek otěrem, v horším případě je zjištěna měřitelná nerovnoměrnost (ovalita), kdy je už diagnostikován havarijní stav motoru, jehož příčinou je zejména špatné mazání motoru

3 OLEJE POUŽÍVÁNÉ V KONCERNU VW GROUP A VLASTNOSTI OLEJŮ [5,6,7,8,9,10,14,15]

Olej, jako jedna z nejdůležitějších součástí ochrany pohyblivých stykových ploch, má za úkol zabránit jejich bezprostřednímu styku, tím zmenšit jejich vzájemné tření a opotřebení vytvořením souvislé vrstvy oleje, která tyto plochy odděluje. Dále jeho úkolem je odvod tepla, dotěšňování pístů a pístních kroužků, odplavování nečistot a konzervace vnitřních částí motoru, ochrana před korozí a snížení hlučnosti motoru.

Ukazatelem o kvalitě motorových olejů je:

a) výkonnostní specifikace ACEA

firemní výkonnostní charakteristika VW

b) viskozitní klasifikace-specifikace SAE, HTHS viskozita.

a) VÝKONNOSTNÍ KLASIFIKACE MOTOROVÝCH OLEJŮ

- SPECIFIKACE VW

U koncernu VW Group se setkáváme s oleji jako je Long-Life a univerzálními lehkoběžnými oleji. Automobily prodané po 1.1.2002 spadají pod Long-Life Service, tudíž musí používat speciální oleje podle norem VW a automobily, které nespádají do Long-Life Service nesmějí z technických důvodů Long-Life olej používat.

Long-Life olej potřebuje stejně častou výměnu olejového čističe jako ostatní, jinak v průběhu životnosti ztratí svoji funkci. Pokud mazivo splňuje normu WIV (Wartungs Interval Verlängerung-prodloužení servisních intervalů), má prodloužený interval výměny.

ROZDĚLENÍ OLEJŮ DLE VW SPECIFIKACE

500.00/97	benzínové motory, ACEA A3-96, minerální či některé syntetické oleje, doporučená specifikace SAE 10W-X, je možná i SAE 5W-X
501.01/97	benzínové motory, ACEA A2-96, minerální oleje, doporučená specifikace SAE 15W-40
501.01/04	benzínové motory, ACEA A3/B3-04, minerální oleje, doporučená specifikace SAE 15W-40
502.00/97	benzínové motory, ACEA A3-96, lehkoběžné, syntetické oleje, SAE 5W-X, nebo SAE 0W-X
502.00/05	benzínové motory, ACEA A3/B4-04, lehkoběžné, syntetické oleje, SAE 5W-X, nebo SAE 0W-X
505.00/92	naftové motory, ACEA B3, SAE 15W-40
503.00/99	benzínové motory, A3-98, prodloužený interval výměny
503.01/00	benzínové motory AUDI, speciální požadavky, A3-98, prodloužený interval výměny
505.01/99	benzínové motory a naftové motory s technologií „čerpadlo-tryska“, SAE 15W-40
505.01/05	naftové motory všech typů, ACEA A3/B4-04
506.00/99	naftové motory vyjma motorů s technologií „čerpadlo tryska“, prodloužený interval výměny, ACEA B4-98
506.01/00	naftové motory všech typů, ACEA A1/B1-98
507.00/04	Naftové motory
504.00/04	benzínové motory, ACEA A3/B4-04, omezení sulfátového popelu, prodloužený interval výměny

Tab.1 Specifikace koncernu VW (čerpáno z [5], doplněno z [3])

[www.madoil.cz/index_cz.php?id1=motorove&s=04]

Oleje s normou VW 504.00 určené pro benzínové motory lze nahradit oleji VW norem: VW 501.01, VW 502.00, VW 503.00, VW 503.01 a VW 505.01.

Oleje s normou VW 507.00 určené pro naftové motory lze jimi nahradit oleji VW norem: VW 506.00 a VW 506.01.

- SPECIFIKACE ACEA (Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles)

Jedná se o Evropské hodnocení kvality olejů. Označuje se kombinací písmen a čísel.

Rozdělení: A...pro zážehové motory

B...pro vznětové motory

E...velkoobjemové vznětové motory (pro nakladní automobily)

Za každý znak se připsuje číslo výkonnosti a určení, které udává pro jaké motory je vhodný.
(viz. Tab.2, 3)

- Číslo : **1** - je označením pro lehkoběžné oleje, snižující spotřebu paliva,
2 a 3 - jsou výkonnostní stupně
4 - je vhodnost oleje pro vznětové motory s vysokotlakým vstřikováním
 (Common rail, HD, PD, atd.)
5 - označuje olej s vlastnostmi B1 + B3 + B4 a platí pouze pro vznětové motory.

Značení: např ACEA A1/B1-04. kde 04 znamená rok vydání 2004

Benzínové a naftové motory osobních automobilů ACEA 2004

A1 / B1	motorové oleje s nízkou viskozitou a třením
A3 / B3	motorové oleje s vysokou výkonovou rezervou
A3 / B4	motorové oleje s vysokou výkonovou rezervou a naftové motory s přímým vstřikem
A5 / B5	motorové oleje s nízkou viskozitou a třením, s vysokou výkonovou úrovní a s prodlouženým intervalem výměny

Tab.2 Rozdělení motorových olejů dle výkonové specifikace ACEA
 [www.madoil.cz/index_cz.php?id1=motorove&s=04]

Od 11/2004 vyšla v platnost inovace klasifikace motorových olejů, kde se objevuje specifikace stupně C. Jedná se o motorové oleje se sníženým obsahem síry, síry a sulfátového popela (tzv. „low SAPS“ oleje).

Benzínové a naftové motory osobních automobilů s novými typy katalyzátorů výfukových plynů (EURO 4)

C1	motorové oleje s nízkou viskozitou a třením, s velmi nízkým obsahem sulfátového popela, síry a fosforu (preferuje např. FORD)
C2	motorové oleje s nízkou viskozitou a třením, s nízkým obsahem sulfátového popela, síry a fosforu (preferuje např. PSA)
C3	motorové oleje s nízkým obsahem sulfátového popela, síry a fosforu (preferuje např. Renault, Hyundai, MB ...)

Tab.3 Rozdělení motorových olejů dle výkonové specifikace ACEA
 [www.madoil.cz/index_cz.php?id1=motorove&s=04]

b) VSKOZITNÍ KLASIFIKACE MOTOROVÝCH OLEJŮ

Viskozita je jednou z nejdůležitějších vlastností, která ovlivňuje tekutost kapalin a vyjadřuje míru tření mazacích olejů. Při činnosti motoru dochází ke změnám teploty a tlaku, tudíž i ke změně viskozity, což je nežádoucí. Toto nám určuje *viskozitní index*

VI. Čím vyšší je viskozitní index VI, tím je změna viskozity oleje menší a udržuje stálé vlastnosti pro mazání, chlazení, utěšňování atd. K rozlišení viskozitních tříd se používá specifikace SAE (Society of Automotive Engineers), kde se oleje dělí do dvou tříd:

ZIMNÍ TŘÍDY

Tvar specifikace **SAE W-40**, označují se: 0W, 5W, 10W, 15W, 20W a 25W. Udává vlastnost oleje při nízkých teplotách, čím je toto číslo nižší (5W,0W), tím bude olej tekutější v zimních mrazech, čímž dosáhneme lepších prvních startů a olej se rychleji dostane na mazaná místa, tímto také zvyšujeme životnost motoru.

LETNÍ TŘÍDY

SAE W- **40** nás informuje o viskozitě oleje při přibližné provozní hodnotě. Označují se: 20, 30, 40, 50 a 60. Čím je toto číslo větší, tím je olej hustší a tím lépe klade odpor proti vzájemnému pohybu třecích ploch.

U dnešních olejů jsou splněny podmínky pro několik viskozitních tříd a můžeme je tedy používat celoročně. Celoroční oleje se nazývají vícestupňové (multigrade) a sezonní oleje jsou jednostupňové (monograde). Oleje nižších tříd jako je SAE 0W nebo 5W jsou zpravidla vyrobeny na syntetické bázi a výrobci označují tyto oleje jako lehkoběžné (EC – Energy Cnonserving-úsporné oleje)

- **HTHS VISKOZITA**

HTHS viskozita určuje použitelnost oleje v určitém motoru. Jedná se o dynamickou viskozitu, která se měří při 150°C a dává informace o tloušťce mazacího filmu při této teplotě.

U klasických olejů HTHS viskozita má hodnotu větší 3,5 mPa.s u Long-Life olejů je tato viskozita snížena na hodnotu 2,9-3,5 mPa.s. Vztah mezi HTHS viskozitou a použitím oleje u nových zážehových motorů koncernu VW je velice důležitý. Musí zde být užity oleje s vyšší HTHS viskozitou (nad 3,5 mPa.s), protože vznikají větší teploty mazacích míst a je zde větší potřeba udržení vrstvy mezi třecími místy, což nám zabezpečí u koncernu VW typ Long-Life 503.01, který má tuto viskozitu vyšší než jiné oleje Long-Life.

Nižší HTHS viskozita nám snižuje také spotřebu paliva, čímž máme nižší emise, ale naopak zvyšuje spotřebu oleje.

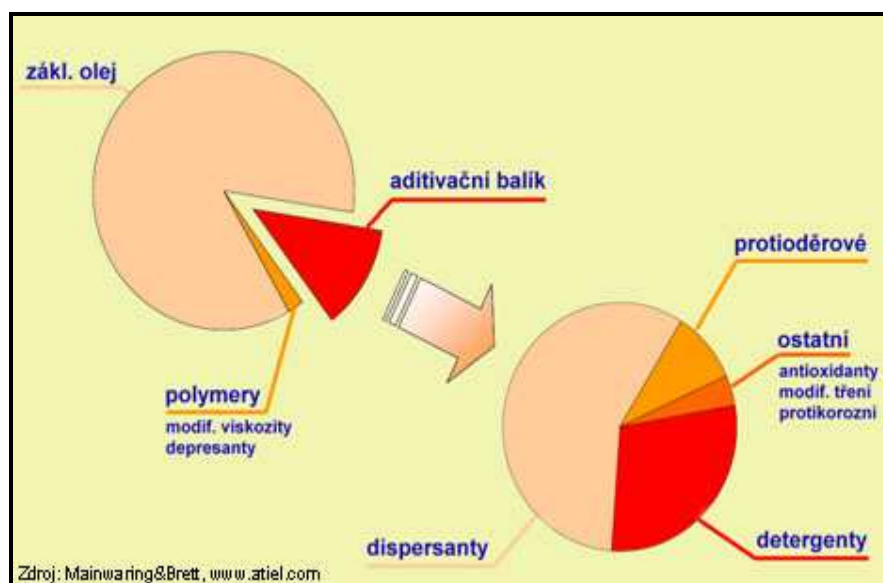
3.1 VÝROBA

Motorový olej se vyrábí z ropy destilací (vznikne tzv. minerální olej) nebo se vyrábějí složením jednotlivých komponentů, které musí olej obsahovat, nebo syntetickou cestou, což je výhoda, neboť olej obsahuje nezbytné a nutné složky.

Do surového minerálního oleje se přidávají inhibitory a detergenty (aditiva). Inhibitory chrání olej před účinky kyslíku, mazané plochy proti otěru a korozi, detergenty udržují v disperzi nerozpustné složky v oleji a neutralizují kyselé spaliny a kyselé oxidační zplodiny. Dále se olej upravuje z hlediska viskozity, její hodnota by se měla s teplotou měnit co nejméně. Neupravený olej mění viskozitu ve velmi širokém rozsahu podle teploty. Čím je teplota nižší, tím je viskozita větší (olej houstne a špatně teče), se zvyšující se teplotou olej řídne, až ztratí mazací schopnosti. Úprava se provádí technologickým postupem při výrobě oleje a speciálními přísadami.

Výroba motorových olejů má 3 základní operace:

- 1) výroba základového oleje
- 2) výroba aditiv
- 3) mísení a výroba motorového oleje



Obr.16 : Složení motorového oleje

[www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju5]

3.2 ADITIVA

V dnešní době je asi 60 druhů aditiv. Přísady a jejich množství, které se do oleje dávají, nesmí ovlivnit vlastnosti oleje, proto jsou při každé změně aditiva prováděny zkoušky na vlastnosti oleje. Aditivované označované jako AD (např. M6AD).

Aditivované oleje jsou vyráběny tak, aby jejich vzájemná mísitelnost byla možná, tudíž nedojde při použití jiné značky k poškození motoru, ale je vždy při mísení oleje důležité dodržovat minimálně HTHS viskozitu. Při mísení olejů může docházet i ke změnám viskozitních tříd SAE.

ADITIVACE

Aditiva jsou chemické přísady zlepšující vlastnosti olejů a plastických maziv. Obsah aditiv v mazivu se pohybuje v rozsahu od 1 do 25% a v závislosti na užití maziva se přidává příslušné množství aditiv. Druhy a množství aditiv je stanoveno výrobcem na základě norem a praktických zkoušek.

Popis některých typů aditiv

a) Detergenty

Zamezují usazování nečistot na povrchu. V případě vytvořené nečistoty je rozpouštějí. Díky detergentům mazivo lépe přilne k mazaným plochám, např. píst ve válci, kdy dochází k uvolňování uhlíku, který se usazuje. Také může zamezit korozivnímu opotřebení a chránit při rezavění motoru. Jako detergenty se nejčastěji používají sulfonáty, alkylfenoláty nebo alkylsalicyláty vápenaté nebo hořečnaté.

b) Dispersanty

Zabraňují tvorbě usazenin tvořících se především za nižších provozních teplot, kdy disperzanty obalí mikroskopické mechanické nebo kapalné nečistoty a tím zamezí jejich koncentraci a usazování. Nečistoty se tak vznášejí rovnoměrně v celém objemu maziva. Zamezí se tak ucpání olejových kanálů, filtrů, případně olejového čerpadla. Nejčastějšími disperzanty jsou sukcinimidy.

c) Zvyšující ochranu proti korozi

Jedná se o aditiva vytvářející na povrchu kovů ochranný film zabráňující tvorbě koroze (brání oxidaci kovového povrchu). Např. u oxidace povrchů kovů vlivem agresivních sloučenin vznikajících ve válci motoru při spalování palivové směsi.

Příspěvky pro ochranu kovových a nekovových ploch před stykem s vodou a vzdušným kyslíkem:

a) *inhibitory koroze* - látky ochraňující kovové i nekovové části strojů před účinkem kyselých nečistot obsažených v mazivech

b) *inhibitory rezivění* – látky zvyšující ochrannou schopnost maziv před stykem s vodou, atmosférickým kyslíkem a kyselými zplodinami v mazivech

d) Zlepšující viskozitu

Tato aditiva stabilizují viskozitu maziva, tzn. omezují tendenci oleje měnit viskozitu se změnou teploty, čímž rozšiřují teplotní rozsah, v jakém je mazivo schopno plnit svou funkci. Se snižující se teplotou viskozita maziva stoupá a se zvyšující teplotou viskozita maziva klesá. Jako hlavní druhy viskozitních přísad jsou polymetakryláty, olefinické kopolymery a styren = dienové kopolymery

e) Zpomalovače stárnutí

Jsou to aditiva omezující chemickou degradaci maziva, ke které dochází za vyšších teplot. Zamezují vzniku nežádoucích chemických sloučenin ničením oxidačních činidel, které zkracují životnost maziva. U degradace maziva dochází ke zvyšování viskozity a mazivo tmavne.

f) Deaktivátory kovů

Jedná se o aditiva zabraňující chemickým reakcím probíhajícím na povrchu mikroskopických kovových částeczek přítomných v mazivu (ocel, měď). Vytvořením ochranného filmu kolem částeczek kovu je zamezeno katalytickým chemickým reakcím, čímž je zpomaleno stárnutí maziva.

g) Snižující pěnivost

Potlačují vznik pěny, která může vznikat promícháváním oleje se vzduchem a urychluje stárnutí maziva (usnadňuje oxidaci), zvyšuje stlačitelnost maziva (vznikají problémy u hydraulických soustav, motorů, kompresorů a převodovek) a může způsobit i únik maziva ze zařízení. Do motorových olejů se obvykle používají přísady silikonového typu.

Dalšími aditivy jsou např.: zlepšovače VI (viskozitního indexu), peptizace, neutralizace, protioděrové přísady, Zlepšující ochranu proti vysokému tlaku a opotřebení (EP, AW), upravující tření, Snižující bod tuhnutí (depresanty), Chránící elastomery

3.3 ROZDĚLENÍ OLEJŮ

3.3.1 MINERÁLNÍ OLEJE

Minerální oleje se vyrábějí destilací ropy a výsledný produkt se technologicky upravuje a aditivuje. Minerální oleje mají větší sklon ke vzniku kalů vznikající působením vlhkosti a usazují se na dně olejové vany. Jsou stále zdokonalované, aby se vzniku těchto kalů zabránilo. Rychleji se degenerují za působení vlhkosti a kyslíku. Většinou je vhodná jeho výměna při 10 000 km nebo rok užívání.

Minerální oleje nelze vyrobit s větším rozsahem viskozitních stupňů než 25 (15W/40), 10W/40 bývá zcela výjimečně (napsáno být může, skutečnost bývá často odlišná). Většího

rozsahu lze dosáhnout pouze směrem nahoru (např. Mogul Super má 15W/50), směrem k nižším teplotám se dosahuje 10W/30, 5W/30 je téměř nedosažitelné.

Minerální olej není vhodný do moderních motorů s vysokým měrným výkonem a zvláště u motorů TDi. Lepší využití se nalezne u starší konstrukce motorů a motory s měrným výkonem do cca 37 – 40 kW na 1l. Výhodou minerálních olejů je také menší náchylnost k degeneraci z krátkodobého působení vysokých teplot vznikajících u záběhu motoru.

3.3.2 SYNTETICKÉ OLEJE

Syntetický olej se vyrábí velmi náročnou technologií, kdy dochází k separaci složek vhodných k mazání. Tento získaný základový olej se aditivuje podobně jako minerální olej, ovšem pouze aditivы vhodných do synteticky vyráběných olejů. Z hlediska viskozity lze dosáhnout hodnoty 0W/50 (tento olej se ale běžně nevyrábí) a 5W/60, který se používá pro vysoce namáhané závodní motory, kde je i složení aditiv upraveno pro tak náročné použití.

Výhodou těchto olejů je menší tvorba karbonu a za užití aditiv, dochází k menšímu usazování než u minerálního oleje. Oxidace oleje je také pomalejší.

Vzhledem k minerálním olejům je tento olej schopen větší aditivace. Mazací schopnost je dána jeho konstantní viskozitou a schopností vytvářet pevnější mazací film mezi třecími dvojicemi. Pevnějšímu styku oleje s kovovou stěnou motoru napomáhají syntetické estery způsobující menší stékavost oleje ze stěn a tak i při dlouhodobém odstavení motoru z provozu mazané plochy výrazně méně korodují. Opotřebením motorů zastudena je menší, než při užití minerálních olejů.

Nevýhoda syntetického oleje je při tepelném přetížení, nebo-li době záběhu, kdy je olej narušován, a jeho změny jsou nevratné na rozdíl od minerálních olejů. Z tohoto důvodu výrobci motorů často používají pro záběh jako první náplň olej polosyntetický, ačkoli to nikde oficiálně neuvádějí.

Syntetické oleje se obecně dále dělí na normální a tzv. Eco, nebo-li „ekonomické“ a v praxi značí oleje lehkoběžné snižující odpory třením a tím spotřebu paliva. Pro obchodní označení lehkoběžných olejů se nejčastěji používá označení ECONOMIC, ENERGY I

a ENERGY II. Lehkoběžné oleje najdeme i u polosyntetických olejů, ovšem tam nebývá úspora tak výrazná.

3.3.3 POLOSYNTETICKÉ OLEJE

Název „polosyntetický“ označuje skupinu olejů, která už není minerálním, ale ještě není plnohodnotným olejem syntetickým. Jeho složkami je minerální základ, který je ale vyroben syntetickou cestou a do něj se přimíchává syntetický olej určitého složení. Obsah syntetické složky nesmí být menší než 20% objemu. U vysoce kvalitního polosyntetického oleje obsahuje až 65% syntetického oleje. Tento vyrobený základ se dále aditivuje pro dosažení potřebných parametrů.

Životnost polosyntetických olejů je větší než u minerálních olejů a běžně se u všech udává výměna minimálně po 15 000 km. Na základě provozních podmínek je možné výměnu prodloužit až na dvojnásobek, ovšem záleží na značce oleje. Oleje s vyšším obsahem syntetické složky na tom jsou výrazně lépe.

POZN.:

V dnešní době je výroba olejů na takové úrovni, že rozlišení mezi těmito druhy je minimální a jejich vlastnosti se téměř vyrovnávají. A jednotlivé specifikace již toto rozdělení nepoužívají.

3.3.4 VÝMĚNA OLEJE

Olej musí splňovat správnou viskozitu z důvodu vytvoření mazacího filmu mezi třecími plochami. Je-li olej příliš hustý z důvodu působení oxidačních látek či příliš řídký např. zředěním oleje palivem, je zapotřebí olej vyměnit.

Olej je potřeba vyměnit když:

- viskozita a viskozitní index se zcela změnily (o 25%)
- při oxidaci oleje
- je nadměrně znečištěn
- dochází k nadměrnému opotřebení kovových stykových ploch
- při znehodnocení olejových přísad
- při poklesu bodu vzplanutí (pod 170°C)
- větší objem vody (víc jak 0,2 hmotnostních %)

Ke zjištění těchto parametrů je zapotřebí provést odběr vzorku a analýzu.

Výměna oleje je stanovena výrobcem oleje či výrobcem vozidla na stanovený počet ujetých kilometrů či doby užívání oleje. Závisí na konstrukci motoru, množství oleje potřebného k oběhu, teplotě, jeho spotřebě, na filtraci oleje. Znehodnocení oleje je také závislá stylem jízdy, délkou trasy, klimatickými podmínkami.

Výměna oleje je nejčastěji prováděna po ujetí 15 000 km nebo u typu Long-Life po 30 000 km. O kvalitě oleje rozhoduje pouze výkonová charakteristika a výměna je dána konstrukcí motoru, např. spalováním paliva a ne kvalitou oleje. Při provozu na naftu s větším obsahem síry je doporučena výměna u koncernu VW Group při 7 500 km.

- VZNĚTOVÉ MOTORY

U vznětových motorů dochází k většímu vzniku sazí spalováním nafty, kdy rozměr jejich částecek je velmi malý, přibližně desetina mikrometru a na olejovém filtru se nezachytí. U těchto motorů nezávisí tolik na kvalitě oleje, tak jak na palivu, neboť se v naftě vyskytuje větší množství síry.

- ZÁŽEHOVÉ MOTORY

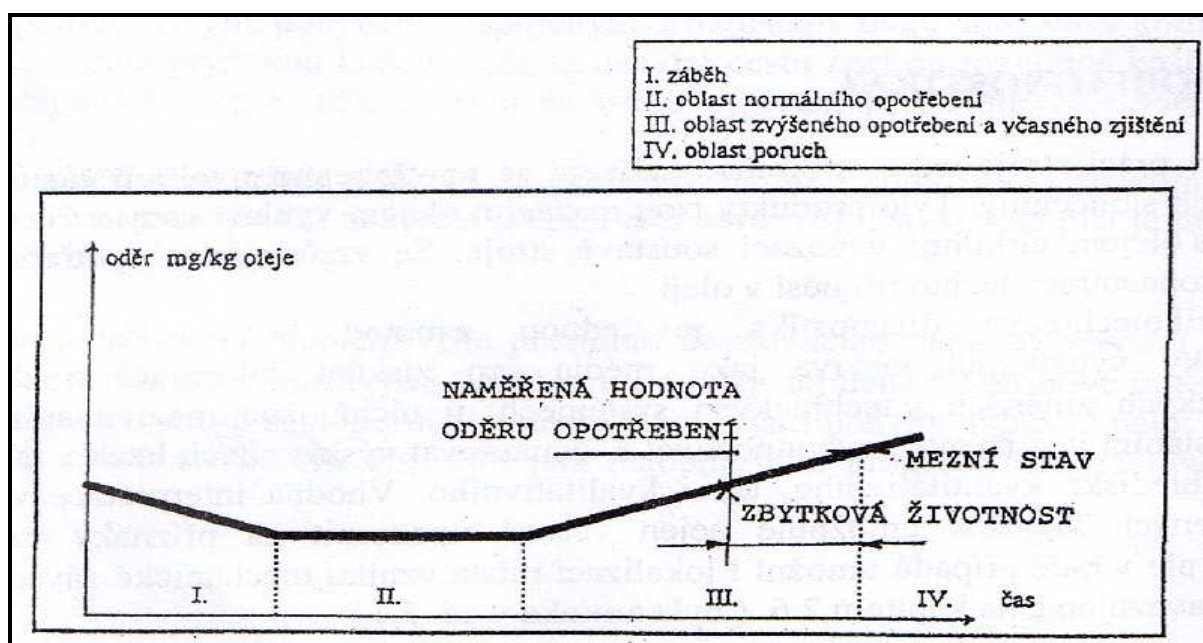
U těchto motorů je životnost motorového oleje závislá více na kvalitě motorového oleje danou specifikací. Díky vyšší spotřebě paliva vznikají vyšší teploty než u vznětových motorů, což má vliv na rychlejší chemickou degradaci.

4 ROZBORY MOTOROVÝCH OLEJŮ A VYHODNOCENÍ S POSOUZENÍM NA VHODNOST POUŽITÍ OLEJŮ S PRODLOUŽENOU ŽIVOTNOSTÍ [2,4,13,16,17,18,19,20,21]

Tribodiagnostika je bezdemontážní informativní hodnocení kvality oleje na základě příslušných zkoušek. Mazaná třecí místa se postupně opotřebovávají a cirkulující olej nám zachytává stopové částice kovu, které zůstávají v oleji ve formě suspenze.

Na základě naměřených hodnot můžeme stanovit parametry jako je viskozita, kyselost, bod vzplanutí, obsah nečistot atd. Na základě stanovení životnosti maziv je možné stanovit optimální intervaly výměny maziv.

Závislost počtu a velikost otěrových částic v závislosti na čase nám udává tzn. VANOVÁ KŘIVKA, která nám pomáhá prognózovat tzv. zbytkovou životnost, nebo-li čas do nutné opravy.



Obr.17 Vanová křivka [4]

4.1 NUTNÉ ZKOUŠKY PROVEDENÉ KE ZJIŠTĚNÍ KVALITY OLEJŮ

4.1.1 ODBĚR VZORKŮ

Všeobecně se vzorky odebírají do vzorkovnic o obsahu 300 ml. Odebraný vzorek se popíše a předá k rozboru. Popis musí být čitelný a přesný. O způsobu hodnocení rozhoduje tribotechnik, který je zodpovědný za vedení diagnostiky a mazacích služeb.

Odběr vzorků olejů byl proveden v RT TORAX a to u automobilu VW Golf 1.9 TDI, Audi Q7 3.0 TDI, u kterých se používá olej s prodlouženým výměnným intervalem. Dále u ŠKODA Octavia 1.4 MPI, VW Transporter 2.5 TDI, u kterých je používán plně syntetický olej.

Metodika odběru oleje:

1. odběr provést za provozní teplotě oleje (asi 65 °C), což je minimálně 20 minut činnosti motoru a maximálně do 15 minut po jeho zastavení
2. odběr vzorku se provádí pomocí přípravku na odběr nebo po odšroubování výpustné zátky na dně olejové vany, množství oleje pro odběr je 200-250 ml
3. vzorek musí být odebrán před doplněním olejové náplně novým olejem
4. při odběru vzorku nesmí dojít k jeho znehodnocení nežádoucími příměsemi, což by mělo být zabezpečeno čistotou přípravku na odběr, tak i čistotou vzorkovnice
5. po odběru musí být pečlivě uzavřena a označena štítkem, který obsahuje číslo vzorku. Dále na štítku musí být uvedeno:
 - 1) typ vozidla
 - 2) mazané místo
 - 3) druh maziva
 - 4) datum odběru
 - 5) kdo odebral
 - 6) označení požadovaných rozborů

Odebrané vzorky byly předány k analýze do KOMA-Servis s.r.o.

Mohli bychom říct, že se jedná o rozbor pro využití:

- v mazacích službách – objektivním posouzením kvality olejů, tzn. přechod z časového plánu výměn na výměny na základě laboratorního rozboru

Pro komplexnost vyhodnocení jsou nutné tyto základní údaje:

- identifikační údaje o automobilu
- technická dokumentace
- údaje o druhu maziva
- údaje o údržbě
- vzorek s průvodním štítkem
- protokol o výsledcích testů ověřených vedoucím diagnostického střediska s popisem další činnosti
- příkazy vedoucího diagnostického střediska
- komunikace diagnostického střediska a laboratoře
- požadavek na mimořádný odběr vzorku
- protokol rozboru maziv
- výsledky AAS (AES) a ferogramy

4.1.2 ZKOUŠKY OLEJŮ

Oleje odebrány k analýze:

- Elf Solaris LLX

Je to universální syntetický olej s prodlouženým výměnným intervalem. Splňuje emisní limity EURO IV.

Specifikace: SAE 5W-30

VW 504.00/507.00

ACEA A3/B4

- Exel Syntec Xenon

Jedná se o plně syntetický olej, který je speciálně vyroben pro vysoce výkonné motory.

Specifikace: SAE 5W-40

VW 505.01/502.00 a 505.00

ACEA A3/B4-04,C3

A) *KINEMATICKÁ VISKOZITA*

Viskozita, nebo-li vlastnost oleje v oblasti hydrodynamického tření, patří mezi základní zkušební údaje mazacích olejů. Kinematická viskozita patří mezi kvalitativní ukazatele olejů. Charakterizuje mazivost a slouží k vzájemnému třídění.

Změna viskozity je způsobena jejím zvyšováním či snižováním. Zvyšování je způsobeno vniknutím nečistot, vytváření emulze s chladicí kapalinou nebo znečišťováním kondenzačními produkty. Snižování viskozity je způsobeno především tepelnou a mechanickou degradací aditiv, popřípadě záměnou olejů, u motorových olejů vniknutím paliva do mazacího systému. Pokud by byla viskozita nízká, mohlo by docházet k meznímu až suchému tření s nadměrným opotřebením, případně zadření třecích ploch.

POSTUP MĚŘENÍ:

Měříme dobu, za kterou proteče olej kapilárou daným viskozimetrem. Výsledná kinematická viskozita je dána součinem naměřené doby průtoku a kalibrační konstanty viskozimetru, kterou udává výrobce.

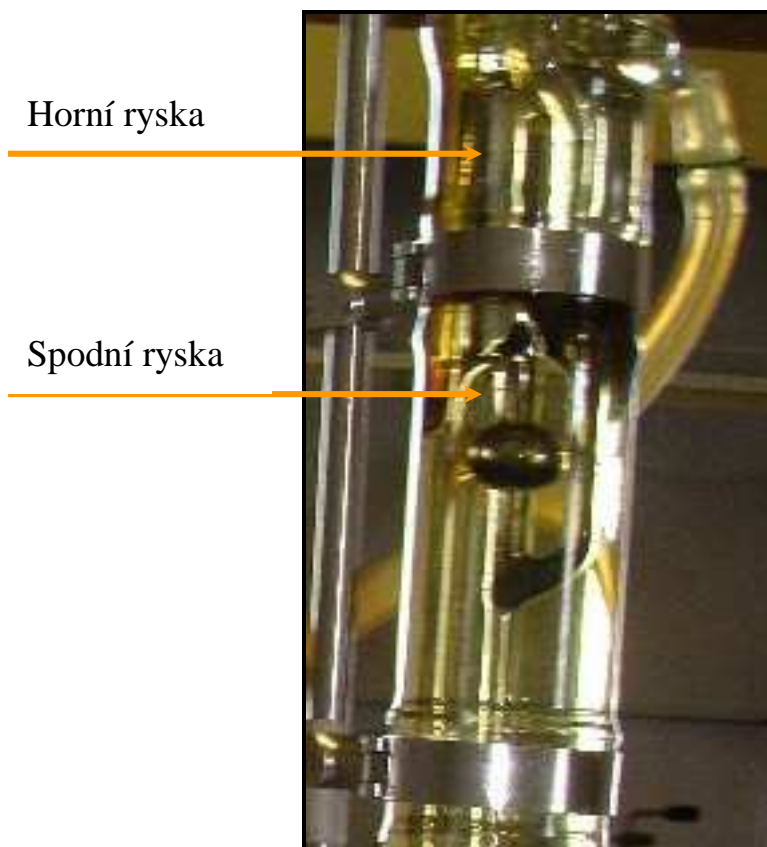
Lázeň tvořena destilovanou vodou je zahřívána na teplotu 40°C. Po té do kapiláry nalijeme homogenizovaný olej po rysku a čekáme 30 minut, aby teplota daného vzorku dosáhla teplotu měření.

U motorových olejů se provádí měření při teplotě 40°C a 100°C.



Obr.18 Viskozimetr Kössler

Po uběhnutí 30 minut je olej vtlačen do horní části kapiláry začne stékat zpět a měříme čas mezi horní a spodní ryskou (viz. Obr.19)



Obr.19 Vyznačení rysek pro měření kinematické viskozity

Tento čas je dále použit pro výpočet hodnoty kinematické viskozity a následně pro výpočet dynamické viskozity a viskozitního indexu VI, u něhož se provádí měření při 40°C a 100°C. Měření opakujeme nejméně 2x.

- Výpočet kinematické viskozity

$$\nu = c \cdot t \quad [\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$

kde: ν ...kinematická viskozita

c ...konstanta viskozimetru dána výrobcem $[\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}]$

t ...aritmetický průměr dob průtoku viskozimetru $[\text{s}]$.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$

kde: η ...dynamická viskozita $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$

ρ ...hustota $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$

- Výpočet viskozitního indexu

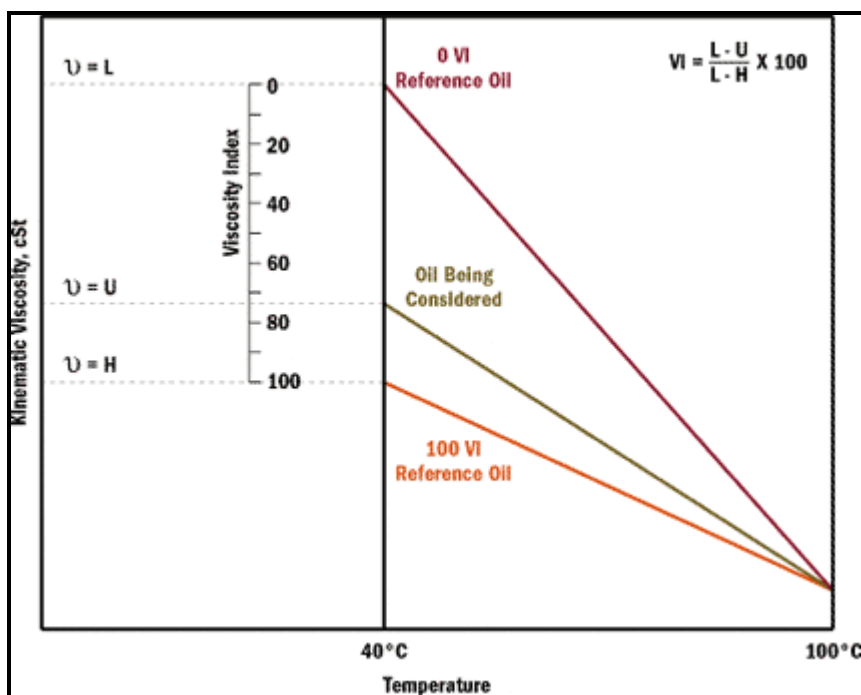
$$VI = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100$$

kde: L...viskozita oleje s VI 0 při 40°C [mm².s⁻¹]

U...viskozita zkoušeného oleje při 40°C [mm².s⁻¹]

H...viskozita [mm².s⁻¹] oleje s VI 100 při 40°C [mm².s⁻¹]

Hodnoty L, H odečteme z tabulky.



Obr.20 Graf pro určení hodnot L,H

[www.noria.com/learning_center/category_article.asp?articleid=411&relatedbookgroup=OilAnalysis]

B)BOD VZPLANUTÍ

Bod vzplanutí je důležitým jakostním i bezpečnostním ukazatelem mnoha druhů maziv, na jehož základě můžeme určit přibližný obsah zředujících a hořlavých látek.

Bod vzplanutí je nejnižší teplota, při které zahříváním v předepsaném přístroji z podmínek zkoušky přechází z oleje tolik par, že vzniklá směs přiblížením plamene vzplane a opět uhasne.

POSTUP MĚŘENÍ:

Bod vzplanutí byl měřen metodou otevřeného kelímku dle Clevelanda. Princip této zkoušky spočívá v nalití asi 100 ml homogenizovaného oleje do kelímku, který je umístěn na přístroji, jenž je umístěn v ochranném krytu, bez proudění vzduchu, kde je tmavé prostředí z důvodu dobré viditelnosti plamene. Na přístroji jsme si nastavili dané rozmezí teplot, ve kterých je předpoklad, že daný motorový olej vzplane, což je asi v rozmezí 170-200°C. Zapálíme zkušební plamen. Po zahřátí zkušebního vzorku na minimální teplotu pohybujeme plamenem nad hladinou tohoto vzorku, což provádíme co 2°C narůstající teploty.

Teplota, kdy dojde ke vzplanutí a opět ke zhasnutí směsi par a vzduchu je nejnižší teplotou bodu vzplanutí.



Obr.21: Přístroj pro měření bodu vzplanutí

[www.komasystem.cz/loziska/obchodni-cinnost/technologicke-centrum/oddeleni-diagnostiky/strojuzarizeni.html]

C) ČÍSLO ALKALITY TBN (*Total Base Number*)

V průběhu provozní degradace olejů vznikají organické kyseliny, mohou také vznikat minerální kyseliny jako produkty spalování. Volné minerály mohou působit korozivně.

Hodnota čísla TBN nás informuje o celkové alkalitě maziva, čili o obsahu organických a anorganických látek zásaditého charakteru, nebo-li schopnost neutralizace kyselých zplodin. U čistého oleje se udává velikost alkalické rezervy a u upotřebených vzorku stupeň jejího vyčerpání, nebo-li životnost maziva, zda olej obsahuje dostatečné množství detergentně disperzních látek a je schopno neutralizovat kyselé zplodiny (např. spalování) s korozivními účinky. Můžeme tedy říci, že hodnota TBN u motorového oleje je mírou schopností aditivovaného oleje udržet motor v čistém stavu. Limitní hodnota by neměla být nižší než je hodnota TAN (číslo celkové kyselosti – informuje o látkách kyselého charakteru, které mohou korozivně napadat vnitřní části motoru)

POSTUP MĚŘENÍ:

Metoda je založena na titraci kyselých sloučenin, které reagují s roztokem hydroxidu draselného (KOH). Olej zahřejeme na teplotu 40°C a homogenizujeme protřepáním. Propojíme kabely mezi titračními nádobkami a potenciometrem. Zvážíme injekční stříkačku. Odebereme vzorek do injekční stříkačky a zvážíme. Určíme hmotnost odebraného vzorku. Zahájíme vlastní titraci a vstříkneme vzorek do titrační nádoby. Na displeji se objeví hodnota v µg KOH/g, po stisknutí ENTER se nám hodnota objeví v mg KOH /g.

Měření opakujeme minimálně 2x.



Obr 22 Automatický titrátor k potenciometrickému stanovení TAN a TBN
[www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju4]

D) CELKOVÉ ZNEČIŠTĚNÍ-MECHANICKÉ NEČISTOTY

U mechanických nečistot, které nalezneme v oleji po určité době běhu motoru, můžeme analyzovat jak jejich tvar, tak jejich chemické složení.

Kritéria pro hodnocení mechanických nečistot jsou:

- jejich množství a chemické složení
- obsah nekovových částic a korodovaných částic
- tvarová klasifikace
 - *adhezivní částice*: vznikají běžným opotřebením
 - *abrazivní částice*: vznikají pronikáním povrchů částic
 - *sférické částice*: zejména se objevují u valivých ložisek
 - *laminární částice*: při jejich výskytu je zjevná havárie valivých ložisek spolu se sférickými částicemi
 - *únavové částice*: vzniklé vylupováním povrchu součástí
 - *částice kritického opotřebení*: jedná se o trojrozměrné částice, které mívají často barvu zlatou, bronzovou či fialovou

POSTUP MĚŘENÍ:

Po zvážení filtračního papíru a jeho umístění do filtrační nádoby naléváme do filtrační nádoby 100ml oleje, který je zředěn benzínem. Vlivem podtlaku, který je vytvářen ve filtrační nádobě, olej přetéká přes filtrační papír, na němž se usazují nečistoty. Po přefiltrování zvážíme filtrační papír a stanovíme hmotnostní přírůstek. Následně se mikroskopicky vyhodnotí počet a velikost otěrových částic.

E) STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VODY

Přítomnost vody v motorovém oleji je nežádoucí, neboť olej nám může zapříčinit:

- korozi součástí
- pění oleje
- tvorbu emulze
- zvyšování viskozity
- snižování oxidační stability
- tvorbu kalů

POSTUP MĚŘENÍ:

Ke stanovení množství vody v odebraném oleji byl určen Coulometrickou zkouškou dle K.Fischera. Olej zahřátý na 40°C protřepeme. Vezmeme injekční stříkačku, do které nabereme homogenizovaný vzorek oleje a zvážíme.

Po spuštění vlastní titrace ve stanovené době vstříkneme pomocí stříkačky daný vzorek do titrační nádoby s roztokem titračního činidla, kde došlo k elektrochemické reakci. Pomocí jódu, který s vodou reaguje můžeme určit její množství. Hodnota množství vody se nám objeví na přístroji v jednotkách ppm (parts per milion, nebo-li 1mg v 1l)

F) KAPKOVÁ ZKOUŠKA

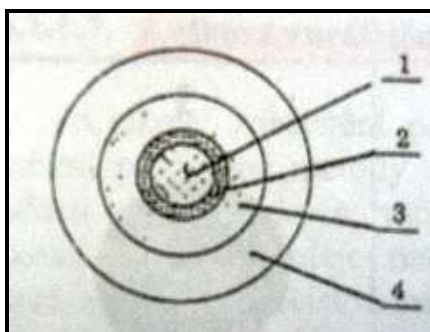
Jedná se o orientační metodu, kterou se zjišťuje míra znečištění nanesením kapky oleje na filtrační papír, na němž sledujeme tmavost, rozsah a strukturu kapky oleje vsáknuté do filtračního papíru.

PRINCIP METODY:

Před zkouškou daný vzorek zahřejeme na teplotu 20°C a homogenizujeme protřepáním. Pomocí skleněné tyčinky nanese na filtrační nebo chromatografický papír kapku oleje. Čas potřebný k dostatečnému vsáknutí oleje nemá být menší než 20 minut.

Sledujeme tmavost a rozsah vsáknutí olejové kapky do filtračního papíru.

Má-li olej dobrou detergentní účinnost, je skvrna tvořena ze čtyř základních kruhovitých soustředných zón. (viz. Obr. 23)



Obr. 23 Rozložení zón oleje na chromatografickém papíře [4]

Popis obr.23:

- 1- *centrální zóna* – zde se soustředí největší částice, zejména karbonové úsady a ostatní nerozpustné nečistoty
- 2- *okrajová zóna* – udává rozlohu kapky před jejím úplným vsáknutím a představuje nejzadnější vnější pásmo velkých karbonových částic
- 3- *difuzní zóna* – je tvořena karbonovými částicemi menšími než 0,5 μm , na základě kterých můžeme hodnotit detergentně- disperzní vlastnosti. Neobjeví-li se nám tato zóna, signalizuje nám možnosti tvorby karbonových úsad v motoru
- 4- *průsvitná zóna* – neobsahuje nečistoty, mívá nažloutlé zbarvení

G) *CONRADSONŮV KARBONIZAČNÍ ZBYTEK (CCT)*

Jedná se o náchylnost k tvorbě uhlíkatých zbytků při vysokých teplotách, které se usazují např. v oblasti pístních kroužků. Hodnota se vyjadřuje v hmotnostních procentech.

PRINCIP METODY:

Do kelímku se nalije zhomogenizovaný vzorek oleje. Zahříváním vzorku v kelímku bez přítomnosti kyslíku dochází k termickému rozkladu a ke vzniku karbonových úsad.

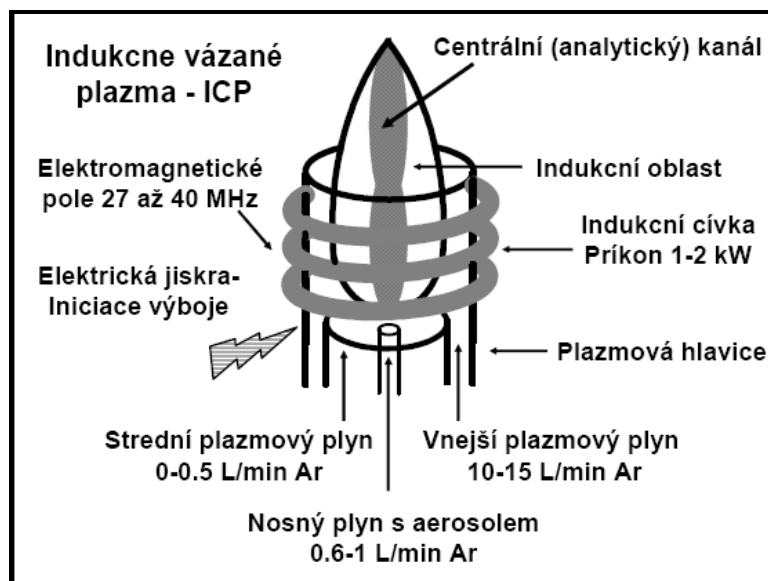
Hodnota CCT zkoušeného vzorku (x) se pak určuje v procentech:

$$x = \frac{A_1}{A_2} \times 100 \%$$

kde : A_1 ... hmotnost CCT [g]
 A_2 ... navážka vzorku [g]

H) *OES- ICP-ČÁSTICOVÁ ANALÝZA*

Jedná se o optickou emisní spektrometrii určující obsah a množství prvku z kapalných roztoků, ze kterého je generován zamlžovacím zařízením jemný aerosol. Ten je pak vnášen do indukčně vázaného plazmového zdroje generovaného v proudu pracovního plynu, kterým je argon. (viz obr.24)



Obr.24 Indukčně vázaný plazmový výboj

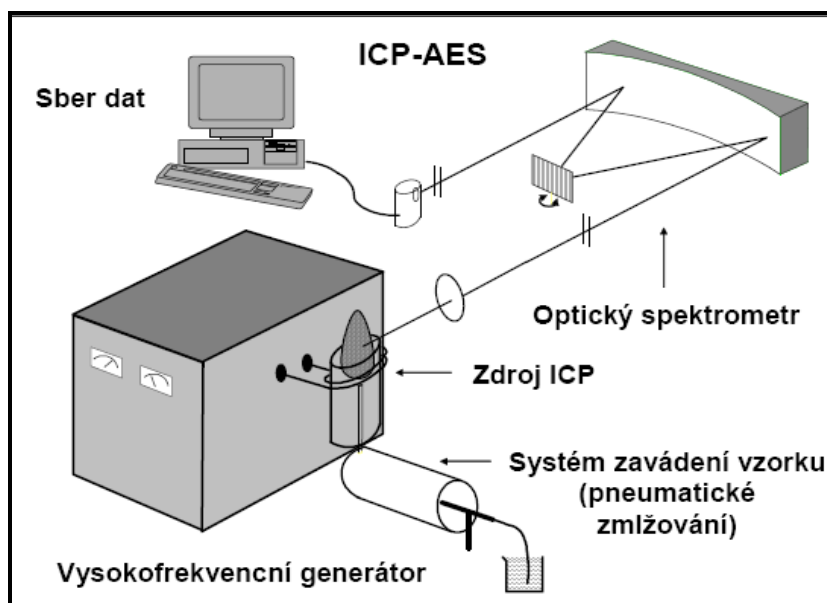
[http://cheminfo.chemi.muni.cz/chem_sekce/predmety/C7300/AES/ICP-OES.pdf]

Popis obr.24

Vnější plazmový plyn – nositel výboje

Střední plazmový plyn – odděluje plazma od prostřední trubice a stabilizuje výboj

Nosný plyn s aerosolem



Obr. 15 Schéma optického emisního spektrometru

[http://cheminfo.chemi.muni.cz/chem_sekce/predmety/C7300/AES/ICP-OES.pdf]

POSTUP MĚŘENÍ:

Do homogenizovaného vzorku dáme hadičku, přes kterou je olej nasáván pumpou do zmlžovacího zařízení, kde je vytvářen aerosol. Větší kapky jsou odloučeny v mlžné komoře, zbytek je pak vnášen pomocí argonu do plazmové hlavice, kde dochází k tepelné destrukci vzorku, nebo-li k jeho rozpadu na atomy, ionty a valenční elektrony. Na základě energetického stavu elektronů dochází k emisnímu záření, které je charakteristické pro daný prvek. Toto záření je promítá do optického spektrometru, na kterém dochází k separaci záření podle vlnových délek (v rozsahu 160- 800 nm) a k měření emise spektrálních čar, kde u citlivějších prvků (S,P,I,Br,Pb,Al), tedy s kratší vlnovou délkou (160 nm), je využito vakuového oblastního spektra (VUV). Výsledné hodnoty jsou přenášeny do příslušného softwaru.

5 VYHODNOCENÍ ROZBORŮ OLEJŮ

- VZOREK 1 – VW Golf 1.9 TDI (protokol č.8/04/09, příloha 1)

U automobilu je užíván olej typu Long-Life, přesto ne žádost zákazníka byla provedena výměna oleje při 16 000 km. Rozborem bylo zjištěno snížení kinematické viskozity, které je způsobeno vniknutím paliva do oleje, což bylo potvrzeno u zkoušky určující bod vzplanutí. U kapkové zkoušky je podle stupnice hodnocení vzorků zjištěn vyšší obsah sazí, které mohou vznikat nedokonalým spalováním paliva. Je doporučena výměna oleje.

- VZOREK 2 – AUDI Q7 3.0 TDI (protokol č.9/04/09, příloha 2)

U tohoto vzorku byla provedena výměna při 35 000 km, z jakého důvodu nebylo uvedeno. Byl zjištěn velký obsah paliva, což opět zapříčinilo snížení kinematické viskozity a snížení bodu vzplanutí. Hodnota stupnice hodnocení vzorku u kapkové zkoušky je výrazně vyšší. Také hodnoty jednotlivých prvků zjištěny při OES- ICP analýze, i když nepřekročují maximální hodnotu, jejich množství je vysoké. Lze u tohoto vzorku s ohledem na výsledné hodnoty jednotlivých zkoušek tvrdit, že odběr vzorků nebyl proveden dle stanovených pravidel odběru, zvláště u čistoty vzorkovnice. Je doporučena výměna oleje.

Maximální přípustná hranice množství paliva v oleji udávají výrobci motorů kolem 4%. Palivo do oleje může vniknout se spaliny z prostoru válce kolem pístních kroužků. Může se jednat také o špatnou kvalitu paliva.

Pro vznětové motory s výskytem paliva se uvádí max. teplota poklesu bodu vzplanutí mezi 180-190°C a u zážehových motorů mezi 140-150°C, při nižších hodnotách by se mohlo jednat o závadu na motoru (ucpané vstřikovací trysky, špatná funkce vstřikovacího čerpadla, poškození těsnících kroužků).

- VZOREK 3 – ŠKODA OCTAVIA 1.4 MPI (protokol č.10/04/09, příloha 3)

U automobilu je použit plně syntetický olej a jejich pravidelná výměna je stanovena po 15 000 km. Rozborem bylo zjištěn mírný pokles viskozity, ale vzhledem k výsledkům ostatních rozborů lze tvrdit, že došlo k promísení olejů různých viskozitních tříd a kvality. Je doporučena výměna oleje.

- VZOREK 4 – VW TRANSPORTER 2.5 TDI (protokol č.11/04/09, příloha 4)

U automobilu je také použit plně syntetický olej. Výměna byla provedena po stanoveném proběhu 15 000 km. Na základě rozborů bylo zjištěno, že olej plně vyhovuje provozním podmínkám.

6 ZÁVĚR

Na základě analýzy olejů je doporučeno u třech automobilů provést okamžitou výměnu olejové náplně, neboť došlo k poklesu kinematické viskozity olejů v důsledku vniknutí paliva do oleje, což je zapříčiněno nedokonalým spalováním paliva, netěsností kolem pístních kroužků, nebo také závada na motoru (přicpání trysky, špatná funkce vstřikovacího čerpadla, defekty těsnících kroužků). V případě automobilu Škoda došlo k použití oleje s jinou viskozitní třídou a kvalitou. U Audi Q7 jsou zřejmě naměřené hodnoty způsobené špatným odběrem vzorku.

Při porovnání oleje Long-Life a syntetického oleje z hlediska výměnného intervalu, je zřejmé, že u automobilu, u kterých se olej typu Long-Life používá, dochází k vyšším znehodnocením vlastností oleje a k jeho degradaci, zejména kinematické viskozity v důsledku vniknutí paliva, ale také tvorbou sazí. Na základě skutečného technického stavu motoru je výměnný interval 30 000 km, s ohledem na konstrukci motoru a provozu automobilu, individuální. Tudíž by měl být prováděn pravidelný odběr vzorků oleje pro analýzu, kde bude určen vhodný interval výměny tak, aby docházelo k co nejmenšímu opotřebení.

Z hlediska ekonomických úspor v závislosti na výměnných intervalech olejů Long-Life a plně syntetického oleje, je ekonomičtější provoz Long-Life oleje u vozidel s nižším množstvím olejové náplně (4-6,5 l). Je-li potřeba vyššího množství olejové náplně, jako je tomu u Audi Q7, kde je spotřeba 9,7 l oleje, jsou si finanční náklady na výměnu náplně plně syntetického oleje podobné. Dále záleží na konstrukci motoru, stylu jízdy, prostředí, délce jízdy a zda je motor často zatěžován studnými starty, zejména u olejů Long-Life, kde je značné zatížení oleje. U olejů Long-Life je prodloužená výměna na 30 000 km, vzniká tedy větší nebezpečí opotřebením součástí, i když kvalita olejů je velká, pak už je důležité, k jakým závadám může dojít. Tudíž jednoznačně říci, zda je olej Long-Life ekonomičtější, je sporné, neboť můžeme ušetřit na ceně oleje, ale může se nám také prodražit oprava.

7 Seznam použité literatury

- [1] GSCHEIDLE, R., A KOL., *Příručka pro automechanika*. Praha 2002, Sobotáles. 652 s. 2. upravené vydání. ISBN 80–85920–83-2.
- [2] PAPOUŠEK, M., ŠTĚRBA, P., *Diagnostika spalovacích motorů-Praktická příručka*. Brno 2007, Computer Press, 223 s. 2. aktualizované vydání
- [3] JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B., *Automobily 3 – Motory*. Brno 2007, nakl. Avid s.r.o. schvalovací doložka 15 298/2007-23, 165 s. 4. přepracované vydání. ISBN 978-80-903671-7-3
- [4] ZIEGLER, J., HELEBRANT, F., MARASOVÁ, D., *Technická diagnostika I. – Tribodiagnostika*. Ostrava 2004. 155 s. ISBN 80-7078-883-6

Internetové adresy

- [5] www.madoil.cz/index_cz.php?id1=motorove&s=04
- [6] www.oleje.cz
- [7] skoda.panda.cz/clanek.php3?id=406
- [8] www.autopress.cz
- [9] fimas.sweb.cz/necooo.html
- [10] www.volkswagen.cz/servis/longlife/
- [11] www.autopress.cz/mazivarske-myty/kdy-a-proc-vymenit-motorovy-olej
- [12] www.autopress.cz/mazivarske-myty/viskozitni-vlastnosti-motorovych-oleju
- [13] www.noria.com/learning_center/category_article.asp?articleid=411&relatedbookgroup=OilAnalysis
- [14] www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju5
- [15] kubelka.hyperlink.cz/olej.html
- [16] www.komasystem.cz/loziska/obchodni-cinnost/technologicke-centrum/oddeleni-diagnostiky-strojuzarizeni.html
- [17] www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju4
- [18] cesmina.vscht.cz/trp/images/Dokuments/Predmety/Tribologie/Tribologie_6_7.pdf
- [19] genesis.upce.cz/priloha/kalch-labobor1-icp-oes
- [20] cheminfo.chemi.muni.cz/chem_sekce/predmety/C7300/AES/ICP-OES.pdf
- [21] http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju8

8 Přílohy

Příloha 1 Protokol měření č.8/04/09

Příloha 2 Protokol měření č.9/04/09

Příloha 3 Protokol měření č.10/04/09

Příloha 4 Protokol měření č.11/04/09